

ВЛИЯНИЕ КОНТАКТНОЙ РАЗНОСТИ ПОТЕНЦИАЛОВ НА ПРОЦЕСС РЕЛАКСАЦИИ НАПРЯЖЕНИЙ АЛЮМИНИЯ

Невский С.А., Коновалов С.В., Пономарева М.В.

Руководитель – проф., д.ф.-м.н. Громов В.Е.

ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк
nevskiy_sa@physics.sibsiu.ru

Ранее в наших работах [1, 2] было проведено исследование влияния электрического потенциала металла на процесс релаксации напряжений. Электрический потенциал образца изменялся при помощи стабилизированного источника питания. Целью настоящей работы является изучение влияния контактной разности потенциалов, возникающей при подключении металлов с иной работой выхода на релаксацию напряжений.

Для анализа использовалось значение относительного изменения средней скорости релаксации, которая определялась как: $\delta = (v_\phi / v_0) - 1$, где v_ϕ – значение средней скорости релаксации при воздействии, v_0 – без воздействия. Результат представлен на рисунке 1.

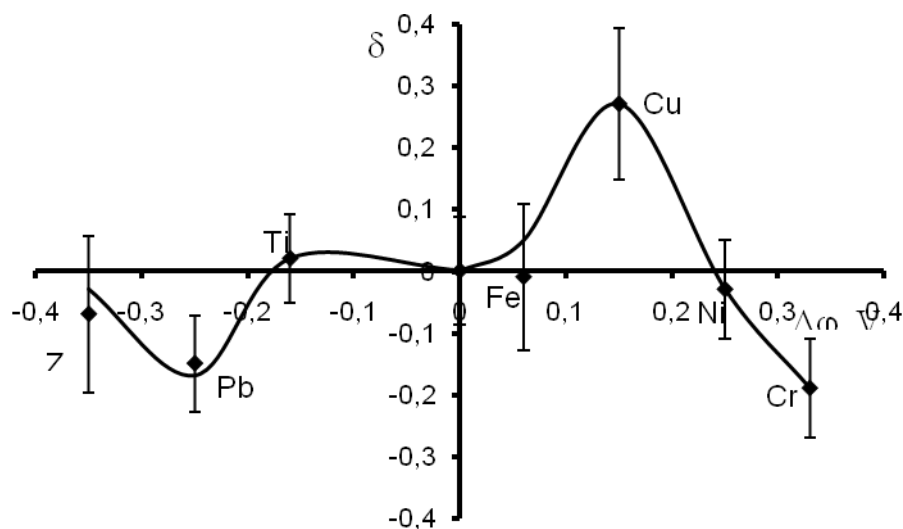


Рисунок 1. Зависимости относительного изменения средней скорости релаксации от величины контактной разности потенциалов

Зависимость δ от возникающей контактной разности потенциалов $\Delta\phi$ носит немонотонный характер. В области положительной контактной разности потенциалов резкое возрастание δ наблюдается при подключении меди, а затем при подключении Ni и Cr эффект меняет знак,

присоединение железа, по-видимому, не влияет на изменение средней скорости релаксации.

Как известно при любом способе изменения электрического состояния поверхности избыточный заряд сосредотачивается на поверхности металлов. В этой связи можно сделать предположение о связи изменений скорости релаксации напряжений с явлениями, происходящими на поверхности металла в частности с изменением поверхностной энергии. Следует отметить что, такая гипотеза была выдвинута в [3...5] для объяснения изменения скорости ползучести при подключении различных металлов. Следуя [5] мы можем записать выражение для энергии, выделяющейся с единицы площади за счет релаксации электронной плотности, которая будет иметь вид:

$$W_e = -\frac{1}{2} \frac{\varepsilon_0 (\Delta\varphi)^2}{\left(\frac{d_1}{\varepsilon_1} + \frac{d_2}{\varepsilon_2}\right)}$$

где ε_1 и ε_2 – диэлектрические константы металлов, ε_0 – электрическая постоянная, $\Delta\varphi$ – контактная разность потенциалов, d_1 и d_2 – эффективные глубины проникновения электрического поля в металл 1 и 2 соответственно. Знак минус говорит о том, что при контакте металлов происходит выделение энергии в межфазной области. Результаты вычислений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Значения энергии металлов выделяющейся при контакте с алюминием

Подключаемый металл	$\Delta\varphi$, V	$ W_e $, J/m ²
Цирконий	-0,35	0,010
Свинец	-0,25	0,20
Титан	-0,16	0,31
Железо	0,06	0,016
Медь	0,15	0,30
Никель	0,25	0,36
Хром	0,33	0,40

Представленная в таблице 1 зависимость энергии выделяющейся за счет релаксации электронной плотности от контактной разности потенциалов имеет выраженный немонотонный характер, но корреляция между W_e и скоростью релаксации отсутствует. К аналогичному результату пришли авторы [5] при попытке установить связь между скоростью ползучести и W_e . По их мнению, одной из причин этого является наличие оксидной пленки, которая оказывает влияние на работу

выхода [5], другой причиной является наличие примесей. Расчет d и ε в [5] проводился для чистых металлов.

Изменение удельной поверхностной энергии, при подключении металлов, по-видимому, оказывает влияние на размножение и движение дислокаций в поверхностных слоях материала, нельзя исключать и образования дефектов препятствующих движению дислокаций. В [4] обнаружено, что подключение пластин циркония разной массы существенно изменяет упругий модуль образца. Величина упругого модуля определяет энергию взаимодействия дислокаций и энергию дефекта упаковки [6].

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России на 2009-2013 г.г.» (гос. контракт № П411).

Список используемых источников:

1. Невский, С. А. О влиянии электрического потенциала на процесс релаксации напряжений в алюминии [Текст] / С. А. Невский, С. В. Коновалов, М. В. Пономарева // X Международная научно-техническая Уральская школа металловедов-молодых ученых : сб. науч. тр. / УГТУ – УПИ – Екатеринбург, 2009. – С. 254 – 256.
2. Невский, С. А. Влияние слабых электрических потенциалов на процесс релаксации напряжений в алюминии [Текст] / С. А. Невский [и др.]. // Вестник Адыгейского государственного университета – 2010. – Вып.1. – С. 90 – 95.
3. Коновалов С. В. О влиянии электрического потенциала на скорость ползучести алюминия [Текст] / С. В. Коновалов [и др.]. // ФТТ. – 2007. – т. 49. – Вып. 8. – С. 1389 – 1391.
4. Коновалов С. В. Прочность и пластичность металлов при слабых энергетических воздействиях. [Текст] / С. В. Коновалов [и др.]. – Новокузнецк: Новокузнецкий полиграфический комбинат, 2009. – 180 с.
5. Клыпин, А. А. Влияние контакта разнородных металлов на ползучесть меди и алюминия / А. А. Клыпин, А. А. Лучина // Известия АН СССР. – 1985. – № 2. – С. 138–146.
6. Судзуки, Т. Динамика дислокаций и пластичность [Текст] / Т. Судзуки, Х. Ёсинага, С. Такеути. – М.: Мир, 1989. – 296 с.